

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Informe Científico¹

PERIODO ²: 2014-2015

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: Benvenuto

NOMBRES: Omar Gustavo

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: Tolosa CP: 1900 Tel:

*Dirección electrónica (donde desea recibir información, que no sea "Hotmail"):
obenvenu@fcaglp.unlp.edu.ar*

2. TEMA DE INVESTIGACION

Evolución estelar, sistemas binarios, pulsares, materia superdensa en astrofísica

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: Asistente Fecha: 1989

ACTUAL: Categoría: Principal desde fecha: 2007

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: Universidad Nacional de La Plata

Facultad: Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG-UNLP)

Departamento: Fotometría

Cátedra: Interiores Estelares

Otros: -----

Dirección: Calle: Paseo del Bosque N°: S/N

Localidad: La Plata CP: 1900 Tel: 0221-423-6593

Cargo que ocupa: Profesor Titular Ordinario UNLP (DE)

5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda)

Apellido y Nombres: -----

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: CP: Tel:

Dirección electrónica:

.....

¹ Art. 11; Inc. "e"; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

² El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2014 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2012 al 31-12-2013, para las presentaciones bianuales.

Firma del Director (si corresponde)

Firma del Investigador

6. RESUMEN DE LA LABOR QUE DESARROLLA

Descripción para el repositorio institucional. Máximo 150 palabras.

Esta línea de trabajo esta dedicada al estudio desde el punto de vista teórico del proceso de evolución estelar, tanto en el caso de objetos aislados como así también en el caso de estrellas pertenecientes a sistemas binarios con intercambio de masa. Se contruyen modelos numéricos de estos objetos a través de la resolución de las ecuaciones diferenciales de la evolución estelar teniendo en cuenta ingredientes físicos lo mas detallados posible. De esta forma se intenta interpretar observaciones ya realizadas y, en el mejor de los casos, poder predecir el comportamiento de objetos que evolucionan en tiempos breves en comparación con la vida humana, en particular las supernovas.

7. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.

En este período he continuado las líneas de trabajo en el estudio de la evolución estelar en sistemas binarios de baja masa (asociado a sistemas que contienen pulsares) y de gran masa (asociado a las explosiones de supernova).

He invirtiendo un gran esfuerzo en continuar desarrollando el paquete de rutinas necesarias para simular la evolución de estrellas considerando la rotación. Si bien el trabajo en cuestión no se encuentra terminado, es de esperar que en el futuro inmediato sea posible construir los primeros modelos completos desde el punto de vista de la rotación. El presente estado del código estelar nos ha permitido estudiar la posibilidad de que las explosiones de supernova de tipo Ia (termonucleares) sean retardadas por efecto de la rotación (véase el trabajo número 2 de la lista de publicaciones).

En este período hemos recibido la confirmación de la existencia de una estrella compañera azulada en el campo donde ocurrió la supernova SN 2011dh. Este resultado, de gran relevancia para la teoría de supernovas, se alcanzó gracias a observaciones del Telescopio Espacial Hubble. Este hallazgo demuestra que el modelo de progenitor, un sistema binario de estrellas de 16 y 10 veces la masa solar en una órbita de 125 días de período, postulado para SN2011dh en trabajos anteriores realizados por este investigador es esencialmente correcto (véase el trabajo número 6 de la lista de publicaciones).

También hemos continuado con el estudio de los modelos de evolución de sistemas binarios de baja masa que contienen un pulsar. En particular, hemos estado interesados en los objetos conocidos como viudas negras ("black widows") y rebacks que so sistemas en los que una estrella no degenerada sufre episodios de transferencia de masa hacia el pulsar. En el caso de los black widows la masa de la estrella donora es de alrededor de un centésimo de la masa solar mientras que en el caso de los rebacks la donora es un décimo de la masa solar. En nuestros modelos hemos tenido en cuenta la irradiación que sufre la estrella donora como consecuencia

de la radiación liberada por la estrella de neutrones al sufrir el proceso de acreción. La irradiación es la responsable de que los episodios de transferencia de masa sean pulsados, y que a su vez, esto permita la ocurrencia de los redbacks (si se ignora la irradiación mutua, el sistema binario atravesaría un único episodio de transferencia de masa de una duración del orden de los giga años y sería observado como un sistema binario de rayos X de baja masa). Según nuestros modelos, en el intervalo de tiempo entre dos episodios de transferencia de masa, la estrella donora debe tener un radio menor pero muy parecido al correspondiente al Lóbulo de Roche equivalente. Esta característica está en excelente acuerdo con las observaciones de algunos de los pulsares que pertenecen a sistemas binarios (véase el trabajo número 5 de la lista de publicaciones).

8. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

8.1 PUBLICACIONES. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

1.- The Progenitor of the Type IIb SN 2008ax Revisited

Folatelli, Gastón; Bersten, Melina C.; Kuncarayakti, Hanindy; Benvenuto, Omar G.; Maeda, Keiichi; Nomoto, Ken'ichi

The Astrophysical Journal, 811, 147-159 (2015)

Abstract: Hubble Space Telescope observations of the site of the supernova (SN) SN 2008ax obtained in 2011 and 2013 reveal that the possible progenitor object detected in pre-explosion images was in fact multiple. Four point sources are resolved in the new, higher-resolution images. We identify one of the sources with the fading SN. The other three objects are consistent with single supergiant stars. We conclude that their light contaminated the previously identified progenitor candidate. After subtraction of these stars, the progenitor appears to be significantly fainter and bluer than previously measured. Post-explosion photometry at the SN location indicates that the progenitor object has disappeared. If single, the progenitor is compatible with a supergiant star of B to mid-A spectral type, while a Wolf-Rayet (W-R) star would be too luminous in the ultraviolet to account for the observations. Moreover, our hydrodynamical modeling shows that the pre-explosion mass was 4-5 M_{\odot} and the radius was $\sim 10 R_{\odot}$, which is incompatible with a W-R progenitor. We present a possible interacting binary progenitor computed with our evolutionary models that reproduces all the observational evidence. A companion star as luminous as an O9-B0 main-sequence star may have remained after the explosion.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0004-637X/811/2/147/meta>

2.- Final Evolution and Delayed Explosions of Spinning White Dwarfs in Single Degenerate Models for Type Ia Supernovae

Benvenuto, Omar G.; Panei, Jorge A.; Nomoto, Ken'ichi; Kitamura, Hikaru; Hachisu, Izumi

The Astrophysical Journal Letters, 809, L6-L10 (2015)

Abstract: We study the occurrence of delayed SNe Ia in the single degenerate scenario. We assume that a massive carbon-oxygen (CO) white dwarf (WD) accretes matter coming from a companion star, making it spin at the critical rate. We assume uniform rotation due to magnetic field coupling. The carbon ignition mass for non-rotating WDs is $\approx 1.38 M_{\odot}$ case of uniformly rotating WDs it is a few percent larger ($\approx 1.43 M_{\odot}$) accretion rate decreases, the WD begins to lose angular momentum, shrinks, and spins up; however, it does not overflow its critical rotation rate, avoiding mass shedding. Thus, angular momentum losses can lead the CO WD interior to compression and carbon ignition, which would induce an SN Ia. The delay, largely due to the angular momentum losses timescale, may be large enough to allow the companion star to evolve to a He WD, becoming undetectable at the moment of explosion. This scenario supports the occurrence of delayed SNe Ia if the final CO WD mass is $1.38 M_{\odot} < M < 1.43 M_{\odot}$ if the delay is longer than ~ 3 Gyr, the WD would become too cold to explode, rather undergoing collapse.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/2041-8205/809/1/L6/meta>

3.- A Coordinated X-Ray and Optical Campaign of the Nearest Massive Eclipsing Binary, δ Orionis Aa. III. Analysis of Optical Photometric (MOST) and Spectroscopic (Ground-based) Variations

Pablo, Herbert; Richardson, Noel D.; Moffat, Anthony F. J.; Corcoran, Michael; Shenar, Tomer; **Benvenuto, Omar**; Fuller, Jim; Nazé, Yaël; Hoffman, Jennifer L.; Miroshnichenko, Anatoly; Maíz Apellániz, Jesús; Evans, Nancy; Eversberg, Thomas; Gayley, Ken; Gull, Ted; Hamaguchi, Kenji; Hamann, Wolf-Rainer; Henrichs, Huib; Hole, Tabettha; Ignace, Richard; Iping, Rosina; Lauer, Jennifer; Leutenegger, Maurice; Lomax, Jamie; Nichols, Joy; Oskinova, Lida; Owocki, Stan; Pollock, Andy; Russell, Christopher M. P.; Waldron, Wayne; Buil, Christian; Garrel, Thierry; Graham, Keith; Heathcote, Bernard; Lemoult, Thierry; Li, Dong; Mauclaire, Benjamin; Potter, Mike; Ribeiro, Jose; Matthews, Jaymie; Cameron, Chris; Guenther, David; Kuschnig, Rainer; Rowe, Jason; Rucinski, Slavek; Sasselov, Dimitar; Weiss, Werner

The Astrophysical Journal, 809, 134-144 (2015)

Abstract: We report on both high-precision photometry from the Microvariability and Oscillations of Stars (MOST) space telescope and ground-based spectroscopy of the triple system δ Ori A, consisting of a binary O9.5III+early-B (Aa1 and Aa2) with $P = 5.7$ days, and a more

distant tertiary (09 IV P> 400 years). This data was collected in concert with X-ray spectroscopy from the Chandra X-ray Observatory. Thanks to continuous coverage for three weeks, the MOST light curve reveals clear eclipses between Aa1 and Aa2 for the first time in non-phased data. From the spectroscopy, we have a well-constrained radial velocity (RV) curve of Aa1. While we are unable to recover RV variations of the secondary star, we are able to constrain several fundamental parameters of this system and determine an approximate mass of the primary using apsidal motion. We also detected second order modulations at 12 separate frequencies with spacings indicative of tidally influenced oscillations. These spacings have never been seen in a massive binary, making this system one of only a handful of such binaries that show evidence for tidally induced pulsations.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0004-637X/809/2/134/meta>

4.- Exploring the formation of 'Black Widows'

Benvenuto, O. G.; De Vito, M. A.; Horvath, J. E.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 449, 4184-4191 (2015)

Abstract: Black Widows (BWs) are a class of binary millisecond pulsars orbiting together with very low mass donor stars ($\lesssim 2 \times 10^{-3} M_{\odot}$). After the discovery of eclipses in the first known BW, PSR 1957+20, they are considered as close binary systems (CBSs) in which the donor star is being evaporated by the radiation emitted by the pulsar. Standard CBS evolution calculations (i.e. without evaporation) have faced serious difficulties when trying to find ways to form BWs. When the donor star is in Roche Lobe Overflow conditions after becoming semi-degenerate, it will evolve to longer orbital periods as a consequence of its swelling reaction to mass loss. In order to reach orbital periods in the range observed for several BWs, it would need to spend times far in excess of the age of the Universe. Here we extend the calculations presented in our previous papers on the topic, including evaporation, showing that the evolution of CBSs with a neutron star component together with an intermediate-mass, normal star provides a successful and natural scenario to account for the existence and properties of BWs.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

<http://mnras.oxfordjournals.org/content/449/4/4184>

5.- The Quasi-Roche Lobe Overflow State in the Evolution of Close Binary Systems Containing a Radio Pulsar

Benvenuto, O. G.; De Vito, M. A.; Horvath, J. E.

The Astrophysical Journal, 798, 44-51 (2015).

Abstract: We study the evolution of close binary systems formed by a normal (solar composition), intermediate-mass-donor star together with a neutron star. We consider models including irradiation feedback and evaporation. These nonstandard ingredients deeply modify the mass-transfer stages of these binaries. While models that neglect irradiation feedback undergo continuous, long-standing mass-transfer episodes, models including these effects suffer a number of cycles of mass

transfer and detachment. During mass transfer, the systems should reveal themselves as low-mass X-ray binaries (LMXBs), whereas when they are detached they behave as binary radio pulsars. We show that at these stages irradiated models are in a Roche lobe overflow (RLOF) state or in a quasi-RLOF state. Quasi-RLOF stars have radii slightly smaller than their Roche lobes. Remarkably, these conditions are attained for an orbital period as well as donor mass values in the range corresponding to a family of binary radio pulsars known as "redbacks." Thus, redback companions should be quasi-RLOF stars. We show that the characteristics of the redback system PSR J1723-2837 are accounted for by these models. In each mass-transfer cycle these systems should switch from LMXB to binary radio pulsar states with a timescale of approximately one million years. However, there is recent and fast growing evidence of systems switching on far shorter, human timescales. This should be related to instabilities in the accretion disk surrounding the neutron star and/or radio ejection, still to be included in the model having the quasi-RLOF state as a general condition.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0004-637X/798/1/44/meta>

6.- A Blue Point Source at the Location of Supernova 2011dh

Folatelli, Gastón; Bersten, Melina C.; **Benvenuto, Omar G.**; Van Dyk, Schuyler D.; Kuncarayakti, Hanindyo; Maeda, Keiichi; Nozawa, Takaya; Nomoto, Ken'ichi; Hamuy, Mario; Quimby, Robert M.

The Astrophysical Journal Letters, 793, L22-L26 (2014).

Abstract: We present Hubble Space Telescope (HST) observations of the field of the Type IIb supernova (SN) 2011dh in M51 performed at ≈ 1161 rest-frame days after explosion using the Wide Field Camera 3 and near-UV filters F225W and F336W. A star-like object is detected in both bands and the photometry indicates it has negative (F225W - F336W) color. The observed object is compatible with the companion of the now-vanished yellow supergiant progenitor predicted in interacting binary models. We consider it unlikely that the SN is undergoing strong interaction and thus estimate that it makes a small contribution to the observed flux. The possibilities of having detected an unresolved light echo or an unrelated object are briefly discussed and judged unlikely. Adopting a possible range of extinction by dust, we constrain parameters of the proposed binary system. In particular, the efficiency of mass accretion onto the binary companion must be below 50%, if no significant extinction is produced by newly formed dust. Further multiband observations are required in order to confirm the identification of the object as the companion star. If confirmed, the companion star would already be dominant in the UV-optical regime, so it would readily provide a unique opportunity to perform a detailed study of its properties.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/2041-8205/793/2/L22/meta>

7.- iPTF13bvn: The First Evidence of a Binary Progenitor for a Type Ib Supernova

Bersten, Melina C.; **Benvenuto, Omar G.**; Folatelli, Gastón; Nomoto, Ken'ichi; Kuncarayakti, Hanindy; Srivastav, Shubham; Anupama, G. C.; Quimby, Robert; Sahu, Devendra K.

The Astronomical Journal, 148, 68-73 (2014).

Abstract: The recent detection in archival Hubble Space Telescope images of an object at the location of supernova (SN) iPTF13bvn may represent the first direct evidence of the progenitor of a Type Ib SN. The object's photometry was found to be compatible with a Wolf-Rayet pre-SN star mass of

that the progenitor had a pre-SN mass of
be larger than

progenitor and perform evolutionary calculations that are able to self-consistently explain the light curve shape, the absence of hydrogen, and the pre-SN photometry. We further discuss the range of allowed binary systems and predict that the remaining companion is a luminous O-type star of significantly lower flux in the optical than the pre-SN object. A future detection of such a star may be possible and would provide the first robust identification of a progenitor system for a Type Ib SN.

≈11 M_⊙ How
≈3.5 M_⊙ an
≈8 M_⊙ We

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0004-6256/148/4/68/meta>

8.- Understanding the Evolution of Close Binary Systems with Radio Pulsars

Benvenuto, O. G.; De Vito, M. A.; Horvath, J. E.

The Astrophysical Journal Letters, 786, L7-L11 (2014).

Abstract: We calculate the evolution of close binary systems (CBSs) formed by a neutron star (behaving as a radio pulsar) and a normal donor star, which evolve either to a helium white dwarf (HeWD) or to ultra-short orbital period systems. We consider X-ray irradiation feedback and evaporation due to radio pulsar irradiation. We show that irradiation feedback leads to cyclic mass transfer episodes, allowing CBSs to be observed in between episodes as binary radio pulsars under conditions in which standard, non-irradiated models predict the occurrence of a low-mass X-ray binary. This behavior accounts for the existence of a family of eclipsing binary systems known as redbacks. We predict that redback companions should almost fill their Roche lobe, as observed in PSR J1723-2837. This state is also possible for systems evolving with larger orbital periods. Therefore, binary radio pulsars with companion star masses usually interpreted as larger than expected to produce HeWDs may also result in such quasi-Roche lobe overflow states, rather than hosting a carbon-oxygen WD. We found that CBSs with initial orbital periods of $P_{\text{orb}} < 1$ day evolve into redbacks. Some of them produce low-mass HeWDs, and a subgroup with shorter P_{orb} becomes black widows (BWs). Thus, BWs descend from redbacks, although not all redbacks evolve into BWs. There is mounting observational evidence favoring BW pulsars to be very massive ($\sim 2 M_{\odot}$). As they should be redback descendants, redback pulsars should also be very massive, since most of the mass is transferred before this stage.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/2041-8205/786/1/L7/meta>

8.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.

No consigna

8.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION. Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.

No consigna

8.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION. Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.

No consigna

8.5 COMUNICACIONES. Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).

1.- iPTF 13bvn: La primera evidencia de un progenitor binario para una supernova de tipo Ib

Bersten, M. C.; Benvenuto, O. G.; Folatelli, G.; Nomoto, K.

Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía, 57, 123-125 (2015)

Abstract: The detection of an object in archival images of the Hubble space telescope at the position of supernova (SN) iPTF 13bvn may be the first direct evidence of a type Ib progenitor. The photometry of this object is compatible with a Wolf-Rayet star with a mass of M . However, hydrodynamical models show that the progenitor would most probably have a mass of M , while masses of the order of $8 M$ are not possible in the context of those models. We propose an interacting binary system as a progenitor of this SN and perform evolutionary calculations giving rise to a self consistent explanation of the shape of the light curve, the absence of hydrogen, as well as the photometry of the pre-SN. Finally, we present color-magnitude and color-color diagrams that will be useful to discern among the different proposed scenarios when a future detection of this object occurs.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

<http://www.astronomiaargentina.org.ar/b57/2015BAAA...57...123B.pdf>

2.- Alternancia entre el estado de emisión de Rayos-X y Pulsar en Sistemas Binarios Interactuantes

De Vito, M. A.; Benvenuto, O. G.; Horvath, J. E.

Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía, 57, 93-95 (2015)

Abstract: Redbacks belong to the family of binary systems in which one of the components is a pulsar. Recent observations show redbacks that have switched their state from pulsar - low mass companion (where the accretion of material over the pulsar has ceased) to low mass X-ray binary system (where emission is produced by the mass accretion on the pulsar), or inversely. The irradiation effect included in our models leads to cyclic mass transfer episodes, which allow close binary systems to switch between one state to other. We apply our results to the case of PSR J1723-2837, and discuss the need to include new ingredients in our code of binary evolution to describe the observed state transitions.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

<http://www.astronomiaargentina.org.ar/b57/2015BAAA...57...93D.pdf>

3.- Decay of Magnetic Field in Black Widow Pulsars

Castilho, C. M.; **Benvenuto, O. G.**; De Vito, M. A.; Horvath, J. E.

XIV Latin American Regional IAU Meeting (Eds. A. Mateus, J. Gregorio-Hetem & R. Cid Fernandes) Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias) Vol. 44, pp. 197-197 (2014)

Abstract: A small fraction of the binary relativistic systems display the "black widow" effect: the companion is being ablated by the (recycled) pulsar wind. In these binary systems the evolution of the companion star (of the solar-type) reaches the point of filling its Roche lobe, thus initiating the process of mass accretion onto the pulsar. Accretion is generally believed to result in magnetic field decay, while isolated neutron star fields decay very slowly, if at all. We shall show that the very long evolution of the "black widow" system, starting from a solar-type star and lasting > 5 Gyr to reach the observed position in the plane, allows us to conclude that the magnetic field does not decay below the bottom value, extending the previous conclusions drawn from younger systems. In addition, the masses of the "black widow" pulsars are naturally predicted to be $> 2 M_{\odot}$ due to the accretion history, in full agreement with recent measurements.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

http://www.astroscu.unam.mx/rmaa/RMxAC..44/PDF/RMxAC..44_ABSTRACTS-69.pdf

4.- Detection of a Blue Point Source at the Location of Supernova 2011dh

Folatelli, Gaston; Van Dyk, Schuyler D.; **Benvenuto, Omar G.**; Bersten, Melina C.; Kuncarayakti, Hanindy; Maeda, Keiichi; Nomoto, Ken'ichi; Quimby, Robert M.

The Astronomer's Telegram, No.6375 (2014)

Abstract: We report Hubble Space Telescope (HST) observations of the field of the Type IIb Supernova 2011dh in M51 performed with the Wide Field Camera 3 (WFC3), UVIS channel and filters F225W and F336W on 2014 August 7.2 UT as part of our Cycle 21 program G0-13426.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

<http://www.astronomerstelegam.org/?read=6375>

5.-Early Emission of Core-Collapse Supernovae

Bersten, Melina C.; **Benvenuto, Omar**; Nomoto, Ken'ichi

Supernova Environmental Impacts, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium, Volume 296, pp. 58-62 (2014)

Abstract: We present a study of the early UV/Optical emission of the stripped-envelope supernovae based on a one-dimensional, Lagrangian model that solves the hydrodynamics and radiation transport in an expanding ejecta. The models are compared with observations to constrain the physical properties of the progenitor star, such as radius and mixing of radioactive nickel synthesized during the explosion. In particular, we present models for the early emission of the type IIb SN 2011dh and the Type Ib SN 2008D.

Mi participación ha sido en calidad de colaborador

http://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?2014IAUS..296...58B&data_type=PDF_HIGH&whole_paper=YES&type=PRINTER&filetype=.pdf

8.6 INFORMES Y MEMORIAS TÉCNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.*

No consigna

9. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

9.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS. *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

No corresponde

9.2 PATENTES O EQUIVALENTES. *Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.*

No corresponde

9.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO. *Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.*

No corresponde

9.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES *(desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).*

No corresponde

9.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la

relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.

No corresponde

- 10. SERVICIOS TECNOLÓGICOS.** *Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.*

No corresponde

- 11. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:**

11.1 DOCENCIA

No consigna

11.2 DIVULGACIÓN

No consigna

- 12. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES.** *Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.*

Director de tareas de la Investigadora, Categoría Asistente del CONICET, Dra. María Cecilia Bersten

- 13. DIRECCION DE TESIS.** *Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.*

No consigna

- 14. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS.** *Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.*

He participado en las reuniones de la Asociación Argentina de Astronomía que tuvieron lugar la tercera semana del mes de setiembre de 2014 en la ciudad de Córdoba, y en la misma época del año 2015 en la ciudad de La Plata. En ambas reuniones he presentado trabajos de investigación. Dichas presentaciones se encuentran incluidas en el punto 8.5 del presente informe.

- 15. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC.** *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.*

No consigna

- 16. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO.** *Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.*

Subsidios automáticos otorgados por la CIC con los montos correspondientes a la categoría de Investigador Principal correspondiente a los años 2014 y 2015.

- 17. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO.** *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

No consigna

- 18. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.**

No consigna

19. **ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA.** *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

Miembro de la Comisión Asesora Honoraria de Física, Química, Matemáticas y Astronomía de la CIC

Miembro del Consejo Directivo del Instituto de Astrofísica de La Plata (IALP CONICET-UNLP) hasta mediados de 2015

Director del IALP desde mediados de 2015

20. **TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO.** *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

He dictado la asignatura anual de grado "Interiores Estelares" durante los ciclos lectivos de 2014 y 2015. Mi tarea de dictado de clases ha sido de cuatro horas semanales.

21. **OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES.** *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*
No consigna

22. **TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO.** *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

Evolución estelar en sistemas binarios masivos y de baja masa, rotación y nucleosíntesis

En el próximo período propongo continuar con el desarrollo de los modelos numéricos de evolución estelar a los efectos de contar con simulaciones mas detalladas que permitan una comparación mas detallada con los datos observacionales disponibles. Nuestra intención es la de conseguir modelos completos de estrellas masivas momentos antes de sufrir el colapso gravitatorio y posterior explosión.

Si bien las simulaciones que ya hemos realizado han sido capaces de describir objetos observados (por ejemplo la supernova SN2011dh), estas son todavía muy simplificadas en cuanto a la descripción de las reacciones nucleares que ocurren en su interior. Tal vez el punto de vista mas profundo desde el que se puede abordar el estudio de las estrellas es el de considerarlas como reactores nucleares en cuasi equilibrio. Por lo tanto, resulta fundamental poder completar los modelos evolutivos con una descripción detallada de los procesos nucleares. Dicha descripción consiste en la resolución de un sistema de ecuaciones diferenciales que describen la evolución de las abundancias del interior estelar. En la literatura es común que se refiera a este tipo de sistemas de ecuaciones como "red de reacciones nucleares" (Nuclear Reaction Network). Este sistema de ecuaciones diferenciales es del tipo de las calificadas como "duras". Esto significa que los procesos nucleares que es necesario considerar contienen escalas de tiempo muy dispares. Por ejemplo, en los procesos de quema de hidrógeno que sufren las estrellas masivas en la etapa

de secuencia principal, aparecen escalas de tiempo de millones de años (la escala de evolución de la abundancia de hidrógeno) y escalas de decaimientos beta del orden de los segundos (el decaimiento del isótopo de masa 13 del nitrógeno, el cual se forma cuando un carbono 12 captura un núcleo de hidrógeno).

Para poder tratar en forma adecuada este problema es necesario considerar métodos de resolución especialmente diseñados para ecuaciones duras. Según F. X. Timmes, (1999, Integration of Nuclear Reaction Networks for Stellar Hydrodynamics., The Astrophysical Journal Supplement Series 124, 241-263) el método de Bader-Deulhard es especialmente adecuado para este problema. Por lo tanto, vamos a desarrollar un paquete de rutinas a tales efectos siguiendo el citado método. Cabe aquí citar que para que estas rutinas resulten realmente útiles es necesario contar con un elevado número de isótopos (del orden de unos trescientos), los cuales están conectados por varios miles de reacciones nucleares. Por tal motivo, incorporar estos ingredientes a nuestros modelos estelares representa un gran salto en complejidad y un gran esfuerzo de programación.

A pesar de las dificultades que esto conlleva, resulta de gran relevancia la posibilidad de contar con este tipo de descripción. Por ejemplo, esto nos permitiría calcular en forma detallada las abundancias resultantes de las explosiones retardadas de supernovas de tipo Ia que hemos propuesto en el trabajo número 2 que presento en este informe. Cabe citar que estas explosiones no se encuentran totalmente entendidas. En la literatura se encuentran dos escenarios completamente diferentes: degenerado simple y degenerado doble. En el caso degenerado simple una estrella donora normal le entrega material a una enana blanca masiva con interior rico en carbono y oxígeno. La enana blanca aumenta su masa hasta llegar a un valor próximo al de la masa crítica de Chandrasekhar, enciende la quema de carbono en forma de flash y finalmente explota. En el caso degenerado doble un par de enanas blancas pertenecen a un sistema binario con un período orbital muy corto, el cual disminuye monótonamente debido a la emisión de radiación gravitatoria. Las enanas blancas terminan uniéndose, superan la masa crítica citada y el objeto resultante explota. Esta es una controversia de larga data, la cual tiene una enorme relevancia ya que estas supernovas son las candelas patronas con las que se miden distancias cosmológicas, lo que a su vez ha conducido al hallazgo de la aceleración de la expansión del Universo. La explosión retardada que hemos estudiado corresponde al escenario degenerado simple. Si pudiéramos calcular el resultado nucleosintético de estas explosiones sería posible compararlos con observaciones detalladas de remanentes de supernova.

Por otra parte, planeamos continuar desarrollando la parte de rotación de nuestro código numérico. En particular, es necesario tener en cuenta los procesos que pueden dar lugar a inestabilidades debidas a la forma del perfil de rotación del interior estelar.

Un problema de gran interés que deseamos abordar cuando el código haya sido completado, es el de la notable ineficiencia de la acreción en la compañera azulada del progenitor de la supernova SN2011dh. Según las observaciones del Telescopio Espacial Hubble, esta estrella fue capaz de retener una fracción muy pequeña de toda la masa que perdió la estrella que sufrió la explosión observada. Es de suponer que la citada ineficiencia del proceso de acreción se deba a la rotación. La acreción en sistemas binarios consiste en el intercambio de masa y también de momento angular. Hace tiempo que se considera que los pulsares de milisegundo son estrellas de neutrones que han acelerado su rotación al haber recibido masa

desde una compañera en un sistema binario. En el caso de las estrellas masivas este proceso de aceleración también ocurre. De hecho, W. Packet (1981, *On the spin-up of the mass accreting component in a close binary system*, *Astronomy and Astrophysics* 102, 17-19) ha demostrado que si una estrella normal gana pequeña fracción de masa proveniente de un disco de acreción Kepleriano, esta alcanzará la velocidad crítica de rotación. Esto daría una justificación física para la evolución de la compañera de SN 2011dh, lo cual a su vez representaría un resultado relevante en el contexto de la evolución de estrellas en sistemas binarios masivos.

Condiciones de la presentación:

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
- Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 22).
 - Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período".
 - Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
- Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: infinvest@cic.gba.gob.ar (puntos 1 al 22), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.
- C. Sistema SIBIPA:
- Se deberá peticionar el informe en la modalidad on line, desde el sitio web de la CIC, sistema SIBIPA (ver instructivo).

Nota: El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.